農業氣象、空氣污染與酸雨對農業生產影響及因應措施
研討會論文專輯　251-260, 1996

氣象因子對甘藷塊根產量的影響

賴永昌[1]　李炳和[2]　劉復誠[2]
[1]臺灣省農業試驗所嘉義分所　[2]交通部中央氣象局

內　容

摘要……252
英文摘要……252
前言……252
材料與方法……253
結果……254
討論……259
誌謝……259
引用文獻……259

氣象因子對甘藷塊根產量的影響

賴永昌[1] 李炳和[2] 劉復誠[2]

[1]臺灣省農業試驗所嘉義分所 [2]交通部中央氣象局

摘 要

將甘藷分別於春作及秋作種植，以探討不同氣象條件下甘藷塊根產量之表現，並瞭解影響甘藷塊根產量之氣候條件限制因子。本試驗於嘉義氣象站及嘉義農試分所進行，其結果顯示秋作甘藷在不同生育時期其塊根重皆高於春作甘藷，而春作甘藷不同生育時期莖重則高於秋作甘藷，且達明顯差異存在，此可能因春作甘藷生育期間月平均氣溫、月累積雨量及輻射量皆高於秋作，利於地上部生長；而秋作甘藷生育期間月平均日夜溫差高於春作甘藷，利於甘藷塊根肥大，使秋作甘藷塊根重高於春作甘藷。

關鍵詞：氣象因子、甘藷、塊根產量。

Effects of Climatic Factors on the Storage Root Yield of Sweet Potato.

Yung-chang Lai[1], Bing-Her Lee[2] and Fu-Cheng Liu[2] (Chiayi Agricultual Experiment Station, TARI, Chiayi, Taiwan, ROC[1]; Central Weather Bureau, Ministry of Transportatim and Communication Taipei, Taiwan, ROC[2])

ABSTRACT: The effects of climatic factors on the storage root yield of spring and fall were studied in Chiayi Agricultural Station and Chiayi Weather Service office indicated that the storage root yield of fall was significantly higher than spring during growth periods, and the vine yield of spring was significantly higher than fall during growth periods. As for the climatic factors, such as air temperature、precipitation and solar radiation on spring were higher than fall, that would promote the yield of vine. The daily temperature range of fall was higher than spring during growth periods, that would enlarge the storage root of sweet potato. The storge yield was higher on fall than on spring.

Key words: Climatic factors, Sweet potato, Storage root yield.

前 言

甘藷爲本省主要糧食作物，栽培時大多集中於秋冬作，主要因爲秋冬作甘藷塊根產量較高且品質佳，而春夏作塊根產量偏低，依據嘉義農試分所(1928-1930) 研究甘藷插植期試驗結果，每公頃塊根產量以7、8、9及10月種植時最高,11、12及1、2、5、6月種植次之，3月及4月最低,李良(1981)亦發現秋冬作塊根產量高於春夏作，造成此結果的原因是係由於氣象因子影響所致。有關氣象因子影響甘藷生長及產量之研究，目前可供參考之文獻資料鮮少，其中氣溫爲常見之因子，Skar氏等(1943)認爲高溫下得到較少甘藷塊根個數，Sajjapongse and Wu (1988) 亦認爲氣溫顯著影響甘藷塊根大小及塊根個數。雨量亦爲主要之限制因子，李氏及高氏 (1985) 曾探討淹水對甘藷所造成之影響中發現，淹水降低甘藷塊根之大小及數目，但增加地上部莖葉之鮮重，Roberts (1991)認爲甘藷採收前淹水對其塊根產量並無明顯影響，但若生育中期淹水則甘藷塊根產量則顯著降低，Martin and Carmer(1985) 則認爲淹水使土壤形成硬塊，不利於塊根肥大，而降低塊根產量，Sajjapongse and Wu (1988)研究認爲降雨量顯著影響甘藷塊根大小及塊根個數。

日夜溫差爲影響甘藷塊根肥大之主因，因日間溫度較高時，能促進光合作用之加強，夜間溫度較低時，能抑制呼吸作用，減少養分消耗，故日夜溫差大時，將促進塊根肥大(李與黃, 1993; 賴氏等, 1996)。日輻射量亦明顯影響甘藷之生長，Opena 氏等(1990)認爲輻射量將使甘藷莖蔓變細及變長，使莖蔓重明顯降低，塊根產量、塊根個數及塊根平均重亦顯著減少，Sajjapongse and Wu(1988)則認爲輻射量大小與塊根大小呈正相關。本試驗擬探討影響甘藷生長之氣象限制條件，作爲未來甘藷栽培之參考。

材料與方法

以甘藷品種台農57號爲試驗材料，分別在嘉義農業試驗分所及嘉義氣象站進行，春作於1994年4月15日種植，秋作於 1994年9月15日種植，試驗設計採逢機完全區集設計，小區行長8公尺，行距 1公尺，株距 0.25公尺，3行區，重複4次。每公頃肥料施用量爲氮肥80公斤，磷肥40公斤及鉀肥 160公斤，分二次施用，第一次在種植時，氮及鉀肥之半量及磷肥全量爲基肥，第二次於植後30-40天左右，將剩餘之氮肥及鉀肥半量作爲追肥施用。

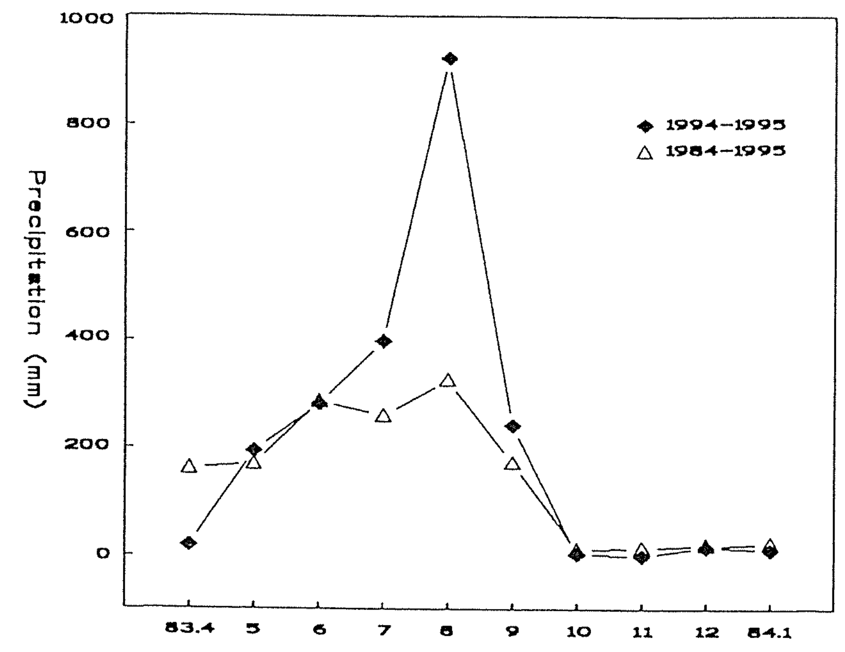

Fig. 2. Changes of precipitation in Chiayi weather service office.

於植株生育至30天、60天、90天及120天，分別進行取樣，每次自一小區逢機取樣10株，區分地上部莖、葉及地下部塊根等，調查葉重、葉面積、塊根重、每個塊根平均重及塊根個數。並在生育期間調查溫度、雨量、日夜溫差及輻射量等氣象條件，以瞭解甘藷栽培時之氣候條件及其塊根產量的關係。

結　果

(一)試驗期間氣候條件之差異

今將試驗期間觀測所得之平均氣溫、累積降雨量、平均日夜溫差及日輻射量之記錄資料列示於圖1、2、3、4。本期試驗春作甘藷全生育期爲1994年4月至8月，秋作甘藷全生育期爲1994年9月至1995年1月，由圖1得知，春作甘藷全生育期之積溫較秋作高，分別爲135.2℃及107.8℃，其變化情形，春作由低而高，秋作則爲由高而低，此結果與歷年之平均氣溫變化情形相似。圖 2 得知，春作全生育期中總降雨量遠大於秋作全期降雨量，分別爲1813.1mm 及269.9mm，其分布情形，春作以生育初期少，生育中後期多，尤其塊根肥大期(植後60天以後)，降雨量特別多，而秋作爲生育初期多，生育中後期少，其結果與歷年平均值相似。

由圖3得知，春作每月份平均日夜溫差低於秋作，春作各月份平均值在6.9～8.8℃，而秋作在9.0～11.1℃，其變化情形，春作由高而低，生育初、中期高，生育後期低，而秋冬由低而高，生育初期低，生育中後期高，此結果與歷年之平均值相似。由圖4得知，春作全生育累積輻射量高於秋作，分別爲2460.71MJ/m 及 2062.76MJ/m^2 ，其變化情形，春作生育初期低，生育中後期高，秋作生育初期高，後期低，唯春秋作之每月累積輻射量差異並不大，每月累積皆達300MJ/m^2 以上，此結果與歷年平均值相似。

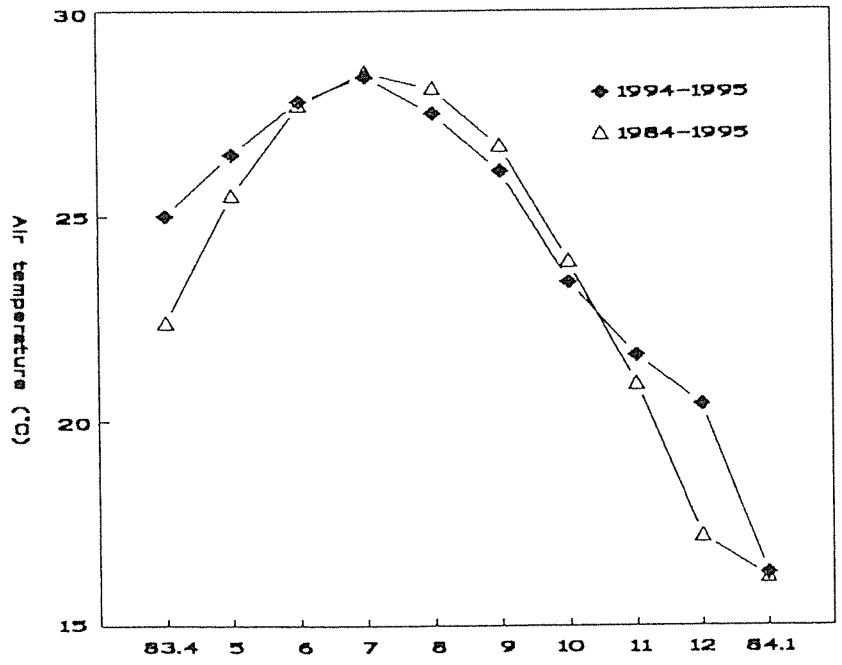

Fig. 1. Changes of air temperature in Chiayi Weather Service Office.

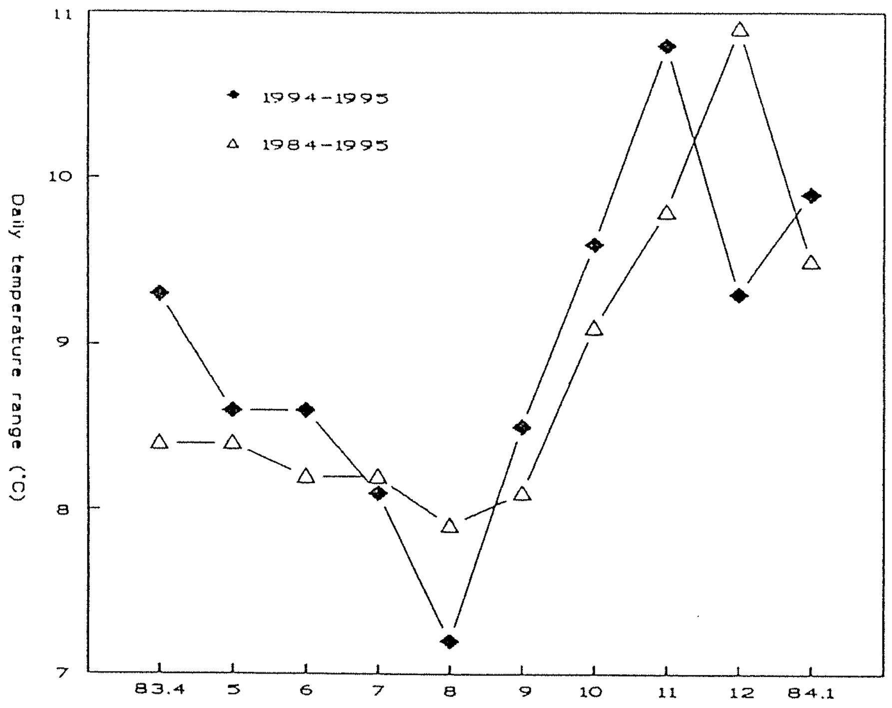

Fig. 3. Changes of daily temperature range in Chiayi Weather Service Office.

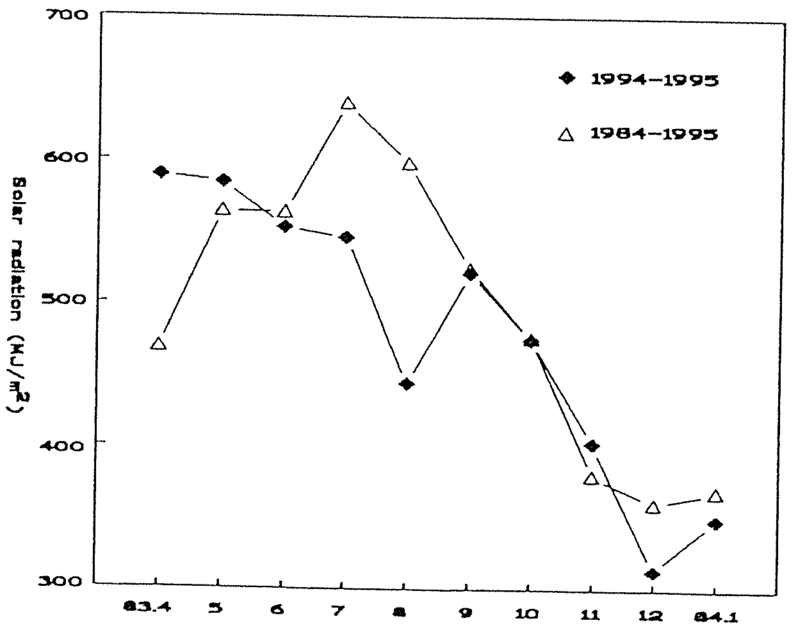

Fig. 4. Changes of solar radiation in Chiayi Weather Service Office.

(二)不同期作甘藷地上部性狀之比較

本試驗分別於嘉義分所及嘉義氣象站兩地進行，表1、2爲兩地點不同期作下各生長期之地上部性狀變化情形。由表1得知，春作甘藷全生育期中，其葉片重、莖重及葉面積之變化，一般係隨生育日數之增加而遞增，其中葉片重以植後60天達最高量爲415.06g，隨後逐漸下降，而以植後30天至60天生長期間之增長速率最大；全生育期中，莖重與葉面積之增加亦隨生長日數之增加而遞增，且皆在植後90天達到最高生長量，其後逐漸下降，而莖重與葉面積於植後30天至60天生長期間之增長率最大。比較全生育期中葉片重與莖重之比率，以生長初期(30-60天)差異較小，60天以後莖重急速增加，使葉片重與莖重比率差異大，植後90天莖重達最高量，葉片重與莖重之比率之差異亦最大。秋作甘藷全生育期中，其葉片重、莖重與葉面積之增加，均隨生長日數之增加而增多，葉片重以植後60天達最高，隨後逐漸下降，植後30天至60天生育期間之增長率最快；全生育期中，莖重與葉面積亦隨生長日數之增加而增加，植後90天分別達到最高量，隨後逐漸下降，植後30至60天生育期間之增長率最高時期，而生育初期(30-60天)葉片重與莖重比率之差異小，植後60天之莖重快速累積，使葉片重與莖重之比較差異增大。再比較春秋作葉片重、莖重及葉面積等性狀之差異，在全生育期中，除葉片重生育初期(30天)在春秋作間有顯差異外，葉重在植後60天、90天、120天與葉面積在植後30天、60天、90天及120天在春秋兩期作間並無明顯差異存在,而春秋兩期作莖重於植後30天、60天、90天及120天，皆有明顯差異存在。

表2爲嘉義氣象站之試驗結果，全生育期中，葉片重、莖重及葉面積皆隨生長日數增加而增加，於植後90天達最高量，其後逐漸下降，而植後30天至60天間爲增長速率高。再比較春秋兩期作間之差異，葉片重於生育初期(30天及60天)春秋作間有明顯差異存在，生育後期(90天及120天)則無差異存在，葉面積於植後30天、60天、90天及120天春秋兩期作間皆無明顯差異，莖重則於各生育期皆有明顯差異存在。

Table 1. Comparison of leaf weight, stem weight and leaf area in four growing periods of sweet potato at Chiayi Agricultural Experiment Station.

Character	Crop season	Days after planting			
		30	60	90	120
Leaf w.t (g/plant)	Spring	178.40a	415.06a	409.61a	327.06a
	Fall	136.17b	248.75a	242.08a	232.92a
Stem w.t (g/ plant)	Spring	271.33a	918.00a	1535.10a	1479.80a
	Fall	100.03b	339.60b	395.80b	405.80b
Leaf area (cm/plant)	Spring	9100a	20859a	33645a	15601a
	Fall	7774a	16575a	18150a	14974a

* Means with the same letter in a column are not singnificantly different at 5% level by Duncan's MRT.

Table 2. Comparison of leaf weight, stem weight and leaf area in four growing periods of sweet potato at Chiayi Weather Service Office.

Character	Crop season	Days after planting			
		30	60	90	120
Leaf w.t (g/plant)	Spring	145.31a	197.12a	278.17a	216.80a
	Fall	93.81b	159.58b	198.75a	183.25a
Stem w.t (g/ plant)	Spring	368.60a	433.65a	830.42a	614.54a
	Fall	95.19a	172.28b	205.00b	186.67b
Leaf area (g/tuber)	Spring	4920a	8910a	14300a	11953a
	Fall	5831a	10681a	13223a	11933a

* Means with the same letter in a column are not singnificantly at 5% level by Duncan's MRT.

(三)不同期作甘藷塊根產量及產量構成因素間之比較

表3.爲嘉義分所不同植期間甘藷塊根及產量構成因素間變化情形，在全生育期中，春秋兩期作之塊根重及收穫指數皆隨生育日數增加而遞增，且均以植後120天達最高量，再比較春秋作之差異，秋作甘藷塊根重及收穫指數在30天、60天、90天及120天皆高於春作，且各時期皆呈明顯差異存在，此差異主因爲塊根均重所造成，因春秋作塊根個數在各生育時期並無差異存在，而秋作塊根均重於各生育期皆高於春作，且皆呈明顯差異存在，故造成秋作甘藷塊根重明顯高於春作甘藷。

表4.爲嘉義氣象站所得之試驗結果，在全生育期春秋作之塊根重及收穫指數皆隨生育日數增加而遞增，至植後120天達最高點，而秋作甘藷之塊根重及收穫指數在各生育期皆高於春作甘藷，且呈明顯差異存在，此差異爲塊根個數及塊根平均重兩者共同造成，因秋作甘藷塊根個數及塊根平均重在各生育期皆高於春作，且在各生育時期皆達明顯差異，造成秋作甘藷產量高於春作甘藷。

Table 3. Comparison of total root weight, root number and average root weight in four growing periods of sweet potato at Chiayi Agricultural Experiment Station.

Character	Crop season	Days after planting			
		30	60	90	120
Root w.t (g/plant)	Spring	35. 4b	84. 11b	151. 20b	251. 00b
	Fall	93. 17a	176. 67a	372. 75a	529. 58a
Root number per plant	Spring	2. 42a	3. 67a	4. 83a	6. 33a
	Fall	3. 25a	4. 67a	5. 50a	6. 58a
Average root w.t (g/tuber)	Spring	15. 73b	24. 92b	39. 48b	59. 52
	Fall	28. 74a	40. 77a	69. 65a	85. 17a
Harvest index (HI%)	Spring	5. 94b	7. 19b	7. 22b	12. 20b
	Fall	28. 29a	28. 09a	36. 88a	58. 87a

* Means with the same letter in a column are not singnificantly different at 5% level by Duncan's MRT.

Table 4. Comparison of total root weight, root number and average root weight in four growing periods of sweet potato at Chiayi Weather Service Office.

Character	Crop season	Days after planting			
		30	60	90	120
Root w.t (g/plant)	Spring	34. 67a	148. 51b	366. 90b	698. 70b
	Fall	94. 00a	286. 67a	830. 80a	819. 70a
Root number per plant	Spring	6. 58a	7. 67b	9. 58b	8. 92b
	Fall	9. 25a	11. 08a	12. 83a	12. 58a
Average root w.t (g/tuber)	Spring	3. 69b	24. 52a	40. 75b	46. 56b
	Fall	10. 70a	29. 21a	69. 99a	98. 19a
Harvest index (HI%)	Spring	4. 45b	18. 98b	24. 86b	45. 67b
	Fall	33. 21a	46. 24a	67. 29a	68. 91a

* Means with the same letter in a column are not singnificantly different at 5% level by Duncan's MRT.

討　　論

甘藷生長可分成上部莖葉生長及地下部塊根生長兩部分，其中甘藷莖葉爲進行光合作用主要器官，其產生之光合產物除供莖葉生長外，亦運送至地上部塊根；使塊根肥大，但如果莖葉在生育期發育不良，則光合產物之製造量亦受到影響，致使莖葉及塊根養分分配量均減少，塊根產量亦因而降低，反之，若生育期中莖葉生長太過繁茂，則光合作用之光合產物對莖葉之分量必比塊根多，造成塊根量降低，因此通常地上莖葉過分生長，對甘藷塊根形成與肥大有重大影響，此結果係完全由甘藷生育期間氣象因子所造成，且由數種氣象因子共同影響 (Sajjapongse and Wu 1988; 李良, 1981)，在本研究中發現春作地上部生長量高於秋作(表1、2)，而塊根產量則反而秋作高於春作(表3、4)，此與李(1981)認爲春、夏作甘藷在全生育期中，莖葉量增加量高於塊根增加量，而秋冬作塊根增加高量於莖葉增加量之結論相同。

全生育期中春作之月平均氣溫高於秋作(圖1)，春作生育期間月平均氣溫皆介於26.5℃至28.4℃間，有利於地上部莖葉生長，使光合產物因此無法轉達至地下部，使春作塊根產量，因而低於秋作(表3、4)，而秋作生育前期月平均氣溫較高，利於莖葉生長，而生育中後期月平均氣溫低於23.4℃以下，利於塊根肥大，使秋作塊根產量高於春作(表3、4)，此與Skar等(1943)認爲高溫不利於甘藷塊根之個數，及Sajjapongse and Wu (1988)研究認爲氣溫顯著影響塊根大小及數目，且在22.9℃的氣溫下甘藷塊根最大之情形相同。

春作之降雨量亦高於秋作(圖2)，尤其在生育中後期每月累積量皆高達193.7mm 以上，造成春作甘藷地上部快速生長(表1、2)，光合產物亦因此無法轉運至地下部，使塊根個數目、塊根大小及塊根均偏低(表3、4)，此項結果與李、高(1985)認爲淹水將降低甘藷塊根個數目及大小，但增加地上部分之鮮重，Roberts (1991)認爲生育期淹水將顯著降低甘藷塊根產量，Martin 等氏(1985)認爲淹水使土壤形成硬塊，不利於甘藷塊根肥大，Sajjapongse and Wu(1988)亦認爲降雨量會顯著影響甘藷塊根大小及塊根數目之結論相符。

日夜溫差大小被認爲與甘藷塊根肥大有關，李與黃(1993)、賴氏等(1996)曾認爲日夜溫差愈大愈利於甘藷塊根肥大，在本試驗期中，秋作月平均日夜溫差高於春作(圖3)，尤其在生育中後期更高於9℃以上，使秋作甘藷生育中、後期塊根更易肥大，塊根產量因而高於春作(表3、4)。輻射量亦認爲限制甘藷生長之重要限制因子，Opena等(1990)認低輻射量將使甘藷莖葉長、莖葉重及塊根重將降低，且塊根形成期每日至少需接受10 MJ/m^2 之輻射量，Sajjapongse and Wu (1988) 更認爲輻射量與塊根大小呈正相關。唯本試驗期間雖然春作輻射量與秋作累積輻射量差異並不大(圖4)，且月累積量皆超 300MJ/m^2 以上，利於甘藷生長，故輻射量皆利於春秋作甘藷生長。

綜合以上結果，可知春作甘藷塊根低產主要因子爲氣溫、雨量等氣象因子均利於莖葉之生長，所以莖葉發育特別旺盛，碳水化合物之消費量多，致有效藷率 (每個塊根均重) 之提高受到很大之影響，故春作莖葉產量多，反而使塊根產量減少；秋作則莖葉生育較少，再加上日夜溫差大，利於塊根肥大，使塊根產量增加。

誌　　謝

本試驗承蒙行政院農業委員會經費補助(84農建-2.1-企-01(2))，試驗期間亦蒙嘉義氣象站及嘉義農試分所工作同仁協助，謹此致謝。

引用文獻

李良 1981 不同期作對甘藷生長收量及品質

之影響。科學發展月刊 9(8):693-706。

李良、高景輝 1985 甘藷逆境生理之研究 I. 淹水對甘藷生育之影響。中華農學會報。新 132 期，115-120。

李炳和、黃世利 1993 台灣地區氣溫日較差調查及其對農作物生育影響之探討。台灣農業 29(4): 221-236。

賴永昌、廖嘉信、陳一心 1996 金山地區春夏作甘藷不同植期對塊根產量之影響。中華農業研究(刊印中)

Martin, F. W. and S. G. Carmer. 1985 Variation in sweet potato for tolerance to some physical and biological stresses. Euphytica 34:457-466.

Opena, G. B., A. J. Demagante, M. T. L. Gerpacio and P. Vander Zaag. 1990 Growth and yield analysis of sweet potato cultivars under different light intensities. Work paper series, 1989-1990. CIP, Region VII, Los Banes Phillippins.

Roberts, W. 1991. Time of flooding and cultivar affect sweet potato yield, Hortiscience 26(12):1473-1474.

Sajjapongse, A. and M. H. Wu. 1988. Investigation on the effect of some climatic factors on sweet potato yield. The Int. Trop. Root Crop Symp. pp:1-6, Bangkok, Thailand.

Skar, and E. Sayed. 1943. Effect of temperature on yield of sweet potato. Proc. Soc. Horti. Sci.42:517-518.